

## 論文 Original Paper

不確実な要因を考慮したパッケージソフトウェア  
選択手法の提案

大 屋 隆 生\*

Selection Method for Packaged Software in Consideration  
of Uncertain Factors

Takao OHYA\*

**Abstract:** For the purpose of cost saving, omitting lead time for developing, and utilizing highly polished work, software of electric utility are changing from developing customized software to purchases of packaged software. Strategically selection of software package is necessary for information department of electric utility. This paper describes method for selection of packaged software alternatives from various viewpoints of benefits and cost over life cycle of occupation in consideration of uncertain factors, such as frequency in use. This method consists of following parts. (1) Cost versus benefit analysis according to several scenarios on uncertain factors, such as use frequency. (2) Benefit evaluation based on analysis of direct value of software, and business value in consideration of work flows. (3) Cost calculation covering a life cycle of occupation.

**Key Words:** IT management, evaluation method, packaged software, AHP, piecewise comparison

業務用ソフトウェアは、従来の個別開発ではなく、導入費用の低減、(開発を必要としないことによる)導入までの期間短縮、製品としての完成度の高さなどから、パッケージソフトウェアを購入する場合が増加してきている。費用対効果分析により、ニーズに合ったパッケージソフトウェアを決定する必要がある。本研究は、複数の候補パッケージソフトウェアについて、利用頻度などの不確実な要素を考慮してライフサイクルに亘る多様な観点による費用対効果分析による選択手法を提案する。本手法は、以下の要素により構成される。(1)シナリオによる利用頻度など不確実な要素の考慮 (2)パッケージソフトウェアの持つ価値と業務上の効果の分析に基づいた効果評価 (3)パッケージソフトウェアのライフサイクルに亘るコスト評価

## 1. はじめに

近年の企業は激しい競争下にあり、合理化、費用の削減は重要な経営課題となっている。業務用ソフトウェアは、従来の個別開発ではなく、

- 導入費用の低減
- (開発を必要としないことによる) 導入までの期間短縮
- 製品としての完成度の高さ

などから、パッケージソフトを購入する場合が増加してきている。

パッケージソフトには、高機能で導入効果が高いが高価なものもあれば、安価であるが効果が限定的なものなどもある。そこで、費用対効果分析により、ニーズに合ったパッケージソフトを決定する必要がある。

企業の情報システムは、ダウンサイジング、外部機関との情報連携、現場業務の情報システム化など、これまでとは形も働きも変えている。従って、パッケージソフトにより得られる効果も多様化しており、また定量的な把握が困難で関係者個々の主観によって異なる効果も多くなっている。

また効果や費用を評価する前提として必要な、将来のシステム利用状況などの要因は、不確実であり、その想定発生確率は関係者個々の主観により異なる。このため、関係者間で、費用対効果分析に対するコンセンサスを得にくくなっている。

そこで、本研究では、関係者の主観的判断を明示的に検討し、コンセンサスを得ながら、的確なパッケージソフトを選択できる手法を提案する。さらに、本手法をパッケージソフト導入の例題に対して適用し、その有効性を検討する。

\* 博士(都市情報学) 国土館大学 理工学部 電子情報学系

### 1.1 費用対効果分析の基本的考え方

提案手法における基本的な費用対効果分析の考え方を図1-1に示す。

費用対効果を考える上で大きな影響を与えるものとして、

- (1) 総合的效果を考える上で考慮する個別効果とその影響度
- (2) パッケージソフト導入後のシステム利用状況などの費用、効果に影響を与える不確実な要因の想定がある。

提案手法では、これらの要素を明示的に列挙して、各関係者の主観的判断、想定を定量的に把握・明示して、費用対効果分析を行う。

まず、(1)の個別効果  $e$  については、パッケージソフトの導入による業務上の効果を整理した「効果評価項目リスト」を提供している。さらに、各パッケージソフトの導入がこれらの業務上の効果につながるかを分析する手順も規定している。(2)の不確実な要因については、利用頻度が何回の場合といった形で想定をシナリオ  $s$  として明示する。

さらに、関係者により判断が異なる主観的要素

- (1) シナリオ  $s$  (想定) の起こりやすさ (生起確率)  $P_s$ ,
- (2) パッケージソフト  $a$  のシナリオ  $s$  での個別効果  $e$  の大きさ  $V_{esa}$ ,
- (3) 個別効果  $e$  の総合効果への寄与の大きさ (重要度)  $I_e$

に対しては、一対比較法と呼ぶ手法を用いることで、各関係者の主観的判断を定量化する。なお、コスト  $C_{sa}$  は、客観的想定が可能であると仮定している。

以上の各値が得られれば、個別シナリオ  $s$  でのパッケージソフト導入の総合効果  $V_{sa}$  は、 $\sum V_{sea} I_e$  によって、さらに、全シナリオを考慮した総合効果  $V_a$  は、 $\sum V_{sa} P_s$  によって、総合コスト  $C_a$  は、 $\sum C_{sa} P_s$  によって求められる。

このため、シナリオ別の費用対効果分析、総合的な費用対効果分析が明示的な形でできる。

### 1.2 評価対象要素

本手法での費用対効果に関わる基本的な要素は、「導入候補パッケージソフト」、「シナリオ」、「個別効果」である。

#### 1.2.1 パッケージソフト

候補となるパッケージソフトは、主観的判断の定量化が行いやすいように、3から8個程度、できれば4~6個に抑える。多数の場合には、似たパッケージソフトをグループ化して、その代表を選んで、費用対効果の評価を行った後に、選ばれたグループ内での各候補パッケージソフトの費用対効果評価を行い、それらを基に全体の費用対効果分析を実施し、導入パッケージソフトを決定するというように、候補について階層化することで評価作業を軽減する。

#### 1.2.2 シナリオ

システム導入後の利用状況想定など確定が困難で評価に重要な要因について、3から5通りのシナリオを作成する。シナリオは、あまり似たものにはしないように注意する。一方で、あまりおきそうもない極端なシナリオにしないように注意する必要がある。目安としては、一番起こりにくいと考えられるシナリオでも1割以上の可能性があるようにする。

なお、最も起こりやすいと考えるシナリオを、本手法では、シナリオ1 (標準シナリオ) と呼ぶ。

#### 1.2.3 個別効果

提案手法では、パッケージソフト導入による直接的便益 (以下、「価値」と呼ぶ)、例えば、機能向上やレスポンスタイム向上などは、直接評価しない。パッケージソフト導入による業務上の便益 (「効果」) を評価する。

パッケージソフト導入による業務上の個別効果について

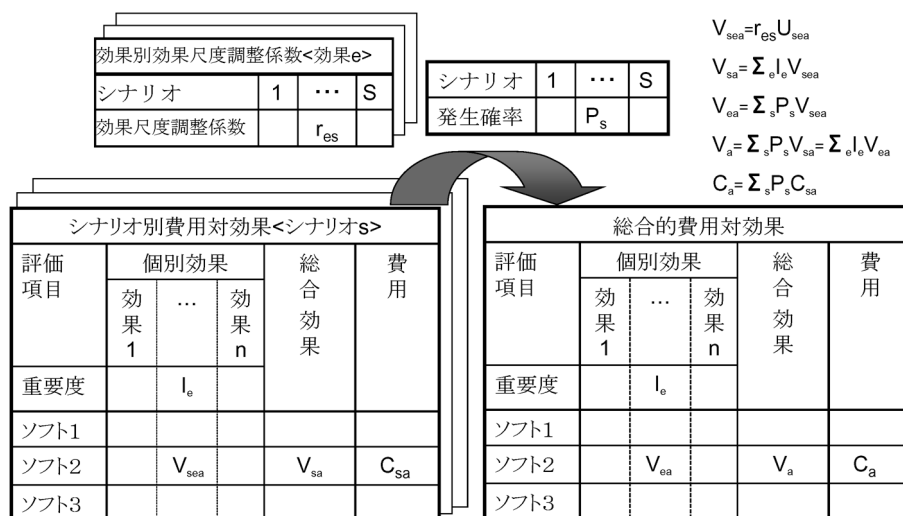


図1-1 パッケージソフト選択手法の概要

ては、効果評価項目リストとして体系化してある。利用者は、これら項目の中で、重要性が高い項目を選び出して考慮する個別効果を決定すればよい。

なお、各パッケージソフトの導入と個別効果の関連性についての認識は、関係者間で統一する必要がある。そこで、提案手法では、各パッケージソフト導入の直接的便益（「価値」）が、業務フローに基づいてどのように業務上の便益（「効果」）につながるかを分析する手順を定めている。

効果評価項目リストと、「価値」と「効果」の分析手順については3.1節に述べる。

### 1.3 説明に用いる例

本論文では、例として以下に示す Web アプリケーションサービスパッケージソフト導入問題に対して提案手法を適用する。

**状況設定：**全国に200店の店舗展開しているチェーン店が、Web アプリケーションサービス[1]を導入し、既存の在庫管理のデータベースを活用して、インターネットによりお客様が買い物やどの店にどの商品があるかを確認できるように WWW サービスを行う。

このチェーン店ではすでに、店舗の位置およびメールによる問い合わせのホームページを契約プロバイダに開設している。

**候補のパッケージソフト：**候補として以下の4つのパッケージソフトを考える。これらは、実在の Web アプリケーションサーバーを参考に仮想的に設定した。

ソフト1：J2EE[1]に準拠した大手ベンダより提供されているオープンソースに周辺ソフトウェアやサポート等を追加したパッケージソフト

ソフト2：J2EE に準拠したソフト1とは別の大手ベンダより提供されている独自開発のパッケージソフト

ソフト3：J2EE に準拠したオープンソースパッケージソフト

ソフト4：大手ソフトウェアメーカーの独自仕様によるパッケージソフト

## 2. シナリオの起こりやすさの評価

1.3節で示した例において、ビジネスチャンスの拡大に大きな効果が期待される。しかし、インターネットからのアクセス数や、どの程度の売上増になるかを予測するのは困難である。

本例の場合、

- 現在のホームページへのアクセス数が約10000件/日ある
  - インターネットショップを開設した他商品を扱うチェーン店では、Web ページへのアクセス数がインターネットショップの開設により10倍に増え、売上が2割増えたことが聞き取りにより判明した
- ことを参考に、常時サービスが実現できた場合に、アクセス数と売上増に関して以下の3つのシナリオを設定する。

シナリオ1（標準シナリオ）：アクセス数は100000件/日で、売上は2割増加する。

シナリオ2（微増シナリオ）：アクセス数は20000件/日で、売上は5%増加する。

シナリオ3（激増シナリオ）：アクセス数は400000件/日で、売上は5割増加する。

以下で、3つのシナリオの発生確率を評価する。

費用や効果の期待値を計算するには、シナリオの発生確率（どのくらい起こりやすいか）を評価する必要がある。実際にはシナリオの発生確率を推定するのは困難な場合が多いので、シナリオの発生確率について、AHP[2]の一对比較法により評価する。

まず、任意の2つのシナリオ  $a, b$  について、その起こりやすさ（発生確率）を比較（一对比較）する。比較は、図2-1に示すような質問票で該当する場所に○を付ける。図2-1では、標準シナリオと微増シナリオの一对比較を示す。

その位置にしたがって図2-1の一对比較値に示す値を割り付ける。

シナリオ数が4～5の時には図2-1の9段階評価を用

標準シナリオと微増シナリオをその起きやすさで比較して

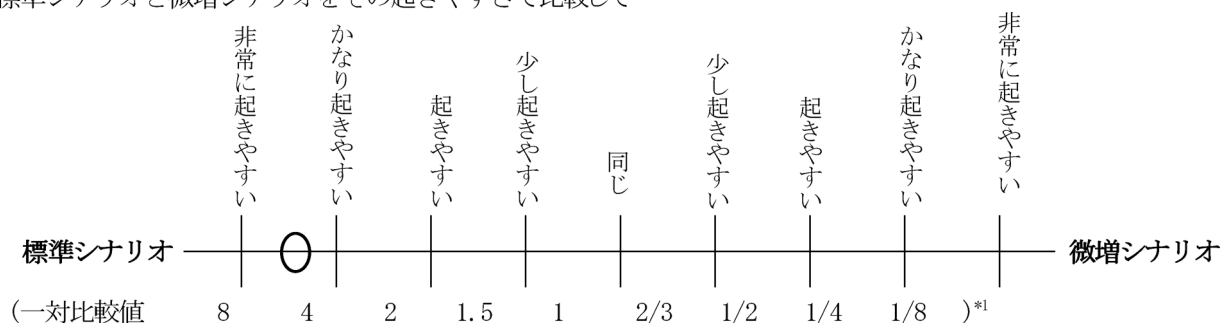


図2-1 発生確率評価における一对比較の質問票と記入例

\*1 実際の質問票には一对比較値は記載しない。

いるが、シナリオの数が3のときには、比較の回数が3回と少ないので、各比較でもう少し精密な比較が必要となる。そこでその場合は、図2-1の中間も選べるようにし、それぞれ中間の一対比較値を割り付けるようにする。比較するシナリオの数が2の場合は、比較は1回しかないのので、比率で答えるようにし直接その一対比較の値を用いる。

例えば図2-1では  $m_{12}=6$  となる。

一対比較の結果は、一対比較行列  $M=(m_{ab})$  としてまとめる。なお、シナリオ  $b$  をシナリオ  $a$  と比較した場合は、 $m_{ba}=1/m_{ab}$  とし、シナリオ  $b$  のシナリオ  $a$  に対する比較はしない。また一対比較行列の対角成分  $m_{aa}=1$  とする。

この時、各  $a, b$  の組に対して極力、

$$m_{ab} = \frac{P_a}{P_b}$$

となるような各シナリオの発生確率  $P_s$  を決定する。できるだけ誤差を小さくする方法として対数2乗誤差最小化などが考えられる。AHPでは、最大固有ベクトルを用いる。最大固有ベクトルはパワー法（ベクトルを行列に掛けることを繰り返す方法）などにより簡単に計算できる。一対比較行列の最大固有値  $\lambda$  と最大固有値に対応する固有ベクトル  $r=(r_s)$  を求める。求める  $P_s$  は発生確率なので、 $P_s=r_s/(\sum_a r_a)$  と規格化する。

また同時に求まる最大固有値 ( $\lambda$ ) より一対比較の整合度 (CI) が次式で計算できる。

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1)$$

ただし、 $n$  はシナリオ数である。

CI が0.1を超えた場合は一対比較の整合性に問題があると考えられるので、一対比較を再検討する。

図2-2に、シナリオ1~3のシナリオに対する一対比較の結果得られた一対比較行列の例を示す。この行列の固有ベクトルは、

$(0.691, 0.091, 0.218)^t$  で、固有値は3.054である（この場合、発生確率なので、固有ベクトルは合計が1となるようにする）。この固有ベクトルの値より、標準シナリオは約7割 ( $P_1=0.691$ )、売上微増シナリオは約1割 ( $P_2=0.091$ )、売上激増シナリオは約2割 ( $P_3=0.218$ ) となる。固有値よりこの一対比較行列の整合度 (CI) は、

	標準シナリオ	微増シナリオ	激増シナリオ
標準シナリオ	1	6	4
微増シナリオ	1/6	1	1/3
激増シナリオ	1/4	3	1

図2-2 発生確率の一対比較行列の例

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (3.054 - 3) / 2 = 0.027 < 0.1$$

であり、十分な整合性がある。

一対比較法を用いることにより、以下のような利点がある。

- 図2-1で示すように、言葉による主観的評価を通じて定量的評価が行えるので評価者の負担を軽くすることができる。
- 具体的な対象どうしの比較による評価を通して定量的な評価を可能にするので、評価の判断が容易にできる。
- ひとつひとつの評価に誤差があっても、多数の一対比較の結果の統計的な処理によりその誤差を修正できる。
- 一対比較が首尾一貫しているかどうかを、整合度で判断でき、再評価が必要かどうかを判断できる。
- 関係者の意見を一対比較という形で表現することができ、その判断の根拠について話し合うことで、関係者の主観的な意見の明確化を図ることができる。これにより、関係者のコンセンサスが得やすくなる。

### 3. 効果の評価

#### 3.1 効果評価の手順

効果の評価の手順を図3-1に示す。

基本的な流れは、まず、考慮する個別効果  $e$  と各パッケージソフト導入による影響関係を明確化（手順1-4）した後に、各シナリオ  $s$  での各パッケージソフト  $a$  の個別効果  $e$  の大きさ  $V_{esa}$  を評価する（手順5-7）。さらに、各シナリオでの総合効果に対する個別効果の重要度  $I_e$ （手順8）を決定し、それに基づいて、シナリオ別の総合効果  $V_{sa}$ （手順8）や全シナリオを考慮した総合的な費用対分析における総合効果  $V_a$ （手順9）を決定するものである。

関係者の主観的判断によらざるを得ない要素 ( $V_{esa}, I_e$ ) は、シナリオの生起確率の定量化で用いた一対比較を利用することで定量化する。

より詳細な手順は、下記のとおりである。

#### 効果評価手順

- (1) 効果評価項目リストより、業務フローを考慮して、今回のパッケージソフトの導入により効果が発生する下位層の効果評価項目を選ぶ。
- (2) 業務フローを考慮して、各効果評価項目に、どの価値評価項目により発生するのかをできるだけ具体的に記述する。
- (3) 価値評価項目リストより(2)でとりあげられた価値評価項目を選び出す。
- (4) 各価値項目について、各パッケージソフト毎の価値を記述する。
- (5) 各シナリオ  $s$  において、各個別効果  $e$  について各パッケージソフト  $a$  の効果値  $U_{sea}$  を各パッケージソフト間の一対比較により求める。最高の効果値が1になるように効果値を規格化する(3.2節参照)。この際、

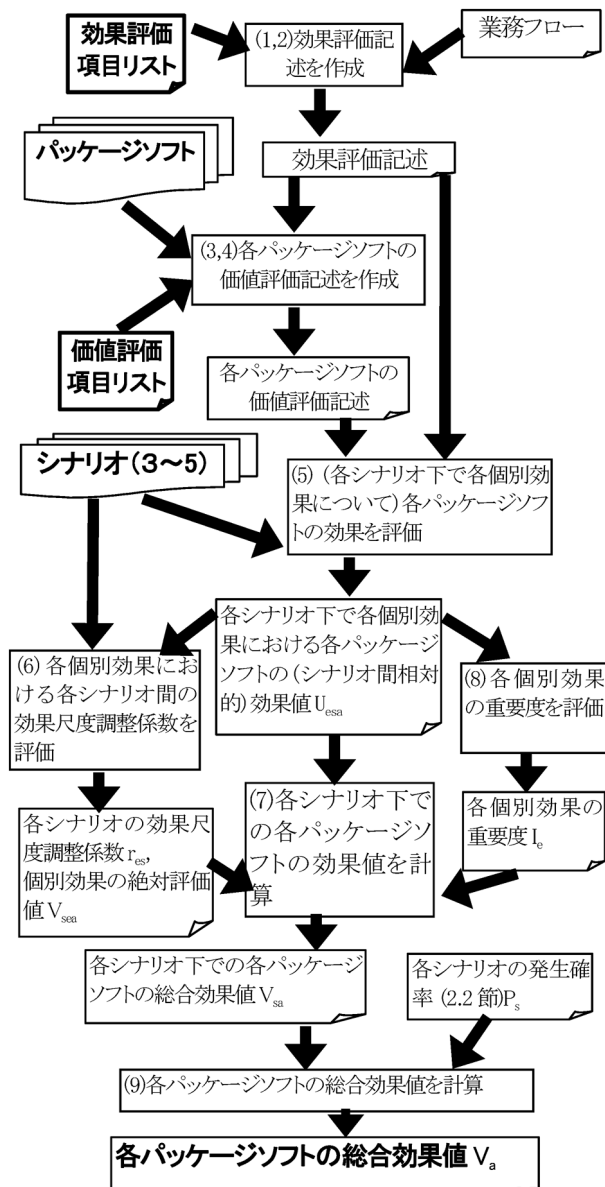


図3-1 効果評価の手順

(2)で作成した該当項目の効果評価および、そこにかかっている価値評価項目における比較の対象パッケージソフトに対する評価記述に基づき、一対比較評価を行う。

- (6) 各個別効果  $e$  ごとに、各シナリオ  $s$  の効果尺度調整係数  $r_{es}$  を一対比較により決定する (3.4節参照)。個別効果の絶対評価値を  $V_{sea} = r_{es}U_{sea}$  とする。
- (7) 各シナリオ  $s$  のもとでの各パッケージソフトの効果値  $V_{sa}$  を、(5)で求めたそのシナリオにおける当該パッケージソフトの効果値  $V_{sea}$  と、(7)で求めた各個別効果  $e$  の重要度  $I_e$  を掛け合わせたものを (総ての個別効果について) 合計した値  $V_{sa} = \sum_e I_e V_{sea}$  とする。
- (8) 各個別効果  $e$  の重要度  $I_e$  を求める (3.5節参照)。
- (9) 各個別効果  $e$  における各パッケージソフトの効果値  $V_{ea}$  を、2.2節で求めた各シナリオの発生確率  $P_s$  と、

(6) で求めたそのシナリオにおける当該パッケージソフトの効果値  $V_{sea}$  と、(総てのシナリオについて) 合計した値  $V_{ea} = \sum_s P_s V_{sea}$  とする。パッケージソフト  $a$  について、2.2節で求めた各シナリオの発生確率  $P_s$  と、(8)で求めた各シナリオ  $s$  のもとでの各パッケージソフトの効果値  $V_{sa}$  をかけたもの (総てのシナリオについて) 合計した値  $V_a = \sum_s P_s V_{sa} = \sum_e I_e V_{ea}$  をパッケージソフト  $a$  の総合評価値とする。

### 3.2 個別効果の明確化分析手順

パッケージソフトが業務に導入されることによって得られる効果は、直接パッケージソフトから得られる訳ではなく、パッケージソフトから直接受ける価値がそのソフトウェアを業務にどのように使うかの業務フローと結びつき得られる。

従って、パッケージソフトの導入による効果を適切に評価するには、

- 業務フローにより、パッケージソフトの価値がどのような効果を発生させるか
- 各パッケージソフトがどのような価値を持っているかについて把握する必要がある。

このため、業務フローを考慮してパッケージソフトの価値が効果にどう結びつくかについての記述 (効果評価記述と呼ぶ) と各パッケージソフトが持つ価値の記述 (価値評価記述と呼ぶ) を作成し、それらを参照しながら一対比較することでより適切に評価できるようにする。効果評価記述の作成に際し、個別効果に漏れがないように網羅した効果評価項目リストを提示する。さらに、効果評価記述や価値評価記述の作成時に価値評価項目に漏れがないように網羅した、価値評価項目リストを提示する。

これらのリストにより、各パッケージソフトの導入効果が網羅的に把握できる。

#### 3.2.1 効果評価項目リスト

効果は、パッケージソフト購入によって生じる業務上の期待利益であり、以下の4種類に大別する。

- 経費の削減 省力化、省資源などのように、直接的な経費削減効果を絶対金額で評価することが比較的容易な効果、
- 業務の質的向上 負の費用 (手戻り・再作業・問題発生後の事後処理などムダな作業や支出・損耗) を下げることによる間接的な経費削減として評価できる効果、
- ビジネスチャンスの拡大 (売上増加) 新規取引先の獲得や在来取引先との取引拡大などの収入増のチャンスが増えることにより期待利益は増えるが、絶対金額での直接的評価が難しい効果、
- 社会的評価の向上 収入増や経費削減といった短期的な企業損益の変化には直接は結びつかない効果 また、この効果をさらにブレイクダウンして2階層

表 3-1 効果評価項目リスト

効果項目上位層	効果項目下位層	意 味
経費の削減	本来業務の省力化	本来業務その物を廃止したり、人の手間を減らす
	能率向上	処理速度（サイクル）を速める
	周辺作業の削減	本来業務を遂行するために副次的に行っていた周辺作業を減らす
	省資源	所要資源を減らす
業務の質的向上	処理結果の正確性保証	計算や確認の自動化などによって誤りを減らす
	処理手続きの準拠性保証	手続きの機械化等によって手続き的誤りを減らす
	処理の網羅性保証	自動回付機能・自動通知機能等によって手違いや怠慢による情報の紛失や停滞を防ぐ
	業務の継続性保証	自動バックアップ、自動復旧などにより、システム障害による業務停止や情報の紛失を防ぐ
ビジネスチャンスの拡大・顧客確保（売上増加・確保）	顧客応答時間の短縮	顧客からの問い合わせへの応答、受注から納品までの期間などを短縮する
	顧客支援情報の提供	販売履歴をもとに先回りして御用聞きするなど、顧客側の発注業務を支援する情報を提供する
	営業チャネル拡大	オンライン販売・受注などで顧客の利便性を向上したり、新規顧客の開拓を図る
	市場拡大・確保	従来より高度な営業情報を提供するなどして営業部門の新規顧客の開拓や顧客確保を支援する
社会的評価の向上	対顧客トラブルの防止	事故や注文間違い、請求誤りなどの顧客トラブルや問題取引を防止し、顧客の信頼を得る姿勢をアピールする
	先進性確保	同業他社などに先んじたビジネスモデルや業務スタイルを実現し、組織の先進性をアピールする
	準拠性向上	法令や各種規格・基準等を遵守し、公明正大に企業活動を行う仕組みが整っていることをアピールする
	環境問題への配慮	省エネ省資源や環境問題への対応などへ寄与する姿勢をアピールする
	地域・社会への貢献	自然災害発生時などに救援活動支援などを通じて地域社会に貢献する体制が整っていることをアピールする

の効果リストを定義した（表 3-1）。

まずパッケージソフトが業務にどのように使われるか（業務フロー）を考慮して、効果評価項目リストから効果をあげる項目を選び出す。業務フローを考慮して、各効果評価項目について、どの価値評価項目により発生するのかをできるだけ具体的に記述した効果項目評価記述を作成する。

### 3.2.2 価値評価項目リスト

パッケージソフトの価値については、3 階層からなる価値特性体系（付表 1）に従って、システムの持つ価値を評価する。

価値評価項目リストは、情報システム開発プロジェクトの定量的評価手法[3]において、ISO/IEC 9126[4]にて定義されているソフトウェアの品質特性をベースに、電力中央研究所で設定した品質要件チェックリストを参考に、パッケージソフトの価値評価に合わせて修正し作成した。

この価値評価項目リストの中から、効果評価記述にかかれている項目について各パッケージソフトごとにできるだけ定量的に記述した価値評価記述を作成する。

### 3.3 シナリオ別でのパッケージソフトの個別効果評価

個別シナリオ  $s$  でのパッケージソフト  $a$  の個別効果  $e$  の大きさ  $U_{esa}$  は、シナリオの起こりやすさの定量化で用いた一対比較法を用いて、定量化する。各パッケージソフトによる個別効果（効果項目）の大きさは、前述のパッケージソフトの価値記述と、効果項目記述に基づいて判断する。

比較は、個別シナリオ  $s$  と個別効果（効果項目） $e$  を固定して、パッケージソフト間で行う。

最も効果が高いパッケージソフトの効果が 1 となるように規格化する（ $\max_a U_{esa} = 1$ ）。

なお、一対比較の仕方からわかるように、異なるシナリオや個別効果の間では、 $U_{esa}$  は直接比較できない。この比較には、尺度調整が必要となる。

### 3.4 シナリオ間における効果尺度の調整

シナリオ間での個別効果  $e$  の大きさを比較可能とするために、効果尺度調整係数  $res$  を求める。これは、個別効果  $e$  を固定して、各シナリオで個別効果  $e$  に関する最大の効果を持ったパッケージソフトの効果を、一対比較

することで求める。

例えば、個別効果  $e$  に関して、シナリオ  $s1$  ではパッケージソフト  $a1$  が、シナリオ  $s2$  ではパッケージソフト  $a2$  が最大の効果を持つ場合には、パッケージソフト  $a1$  のシナリオ  $s1$  での個別効果と、パッケージソフト  $a2$  のシナリオ  $s2$  での個別効果の相対比較を行う。最大の効果を持つパッケージソフトを代表とするのは、出来るだけ効果の大きなものを比較の対象としたほうが比較が容易と考えられることによる。

なお、各個別効果で、シナリオ 1 の尺度調整係数が 1 となるように規格化する ( $r_{e1}=1$ )。

個別効果  $e$  の大きさを、異なるパッケージソフトとシナリオ間で比較する場合には、 $V_{eas}=U_{eas}r_{es}$  を比較すればよいこととなる。

### 3.5 個別効果の重要度評価

各シナリオにおけるパッケージソフト導入の「総合効果」を評価するには、各個別効果の総合効果に対する重要度  $I_e$  を決定する必要がある。シナリオ  $s$  におけるパッケージソフト  $a$  の総合効果は  $V_{sa}=\sum_e I_e V_{esa}$  により求められることとなる。

個別効果の重要度  $I_e$  は、各個別評価  $e$  で最大の効果を挙げたパッケージソフトによる個別効果を一对比較して求める。例えば、個別効果  $e1$  でパッケージソフト  $a1$  が最大の効果を持ち、個別効果  $e2$  についてはパッケージソフト  $a2$  が最大の効果を持つ場合には、パッケージソフト  $a1$  の個別効果  $e1$  の重要度（総合評価への寄与）とパッケージソフト  $a2$  の個別効果  $e2$  の重要度を相対比較する。なお、最大の重要度が 1 となるように規格化する ( $\max_e I_e=1$ )。

ここで、各個別効果の代表として、シナリオ 1 において当該個別効果で最大に評価されたパッケージソフトに着目したのは、以下に示す理由による。

- シナリオとしては、一番発生する可能性が高いと考えられるシナリオ、つまりシナリオ1を代表としたほうが、想定が容易で評価が行いやすいと考えられる。
- どのパッケージソフトに着目するかは、出来るだけ効果の大きなものを比較の対象としたほうが比較が容易と考えられる。

### 3.6 個別効果の評価例

#### 3.6.1 効果評価記述と価値評価記述の作成

まず、個別効果のうちどの項目の効果が期待されるか検討する。本問題では、経費の節減、ビジネスチャンスの拡大・顧客確保、社会的評価の向上の効果が期待でき、業務の質的向上の効果については効果はないと判断する。

表3-2に、効果評価記述への記入例として、営業チャンネル拡大（ビジネスチャンスの拡大・顧客確保（売上増加・確保））への評価の記述例を示す。

表3-3に、価値評価記述への記入例として、例題の4つのソフトに対して、問題点への対応（上位層：使用性、中間層：サポート）における評価の記述例を示す。

これらの記述と各シナリオにより、ソフト1～4のパッケージソフトを導入した場合に、「ビジネスチャンスの拡大・顧客確保（売上増加・確保）」という効果に（「問題点への対応」という価値を介して）どのように影響するかを把握することができる。

#### 3.6.2 各個別効果における各パッケージソフトの効果評価

3.6.1節において、効果評価記述と価値評価記述を作成した。本節では、それら記述を参照しながら、各個別効果における各パッケージソフトの効果評価を一对比較により行う。以下では、標準シナリオにおいて、4つのパッケージソフトに対するビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果についての効果評価を一对比較により行な

表 3-2 効果評価記述の例

評価項目上位層	評価項目下位層	評 価 記 述
ビジネスチャンスの拡大・顧客確保（売上増加・確保）	営業チャンネル拡大	常時運用ができればシナリオで設定したとおりの売上げが期待できる。機能性、強固性、使用性が十分確保されていないと、運用停止時間が長くなることにより機会損失が生じ、シナリオで設定した売上げを損なうことになる。問題点への対応（上位層：使用性、中間層：サポート）により、障害発生時の早期解決が図れる。

表 3-3 価値評価記述の例

上位層：使用性 中間層：サポート 下位層：問題点への対応	
ソフト名	評価記述
ソフト 1	ベンダーによるサポートが充実しており、障害等発生時の対応が迅速に行なわれる。
ソフト 2	ベンダーによるサポートがあるが、障害発生時の対応には時間を要する。
ソフト 3	オープンソースのため、サポートはない。
ソフト 4	メーカーより、メールによる問い合わせ及びホームページからのアップデートがある。

ソフト1とソフト2をビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果について比較して

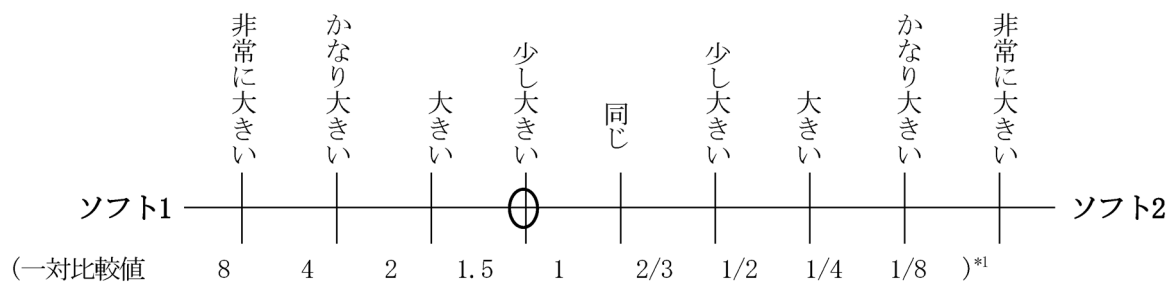


図3-2 一対比較の質問票と記入例

\*1 実際の質問票には一対比較値は記載しない。

う例を示す。

ソフト1とソフト2の一対比較は、図3-2に示すような質問票で該当する場所に○を付ける。その○の位置に従って、図3-2の一対比較値に示す値を割り付ける。例えば図3-2では  $m_{12}=1.5$  となる。

図3-3に4つのソフトに対するビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果についての一対比較行列の例を示す。この行列の固有ベクトルは、 $(1.000 \ 0.501 \ 0.201 \ 0.459)^t$  で、固有値は4.39である。したがって、固有値よりこの一対比較行列の整合度 (CI) は、

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (4.39 - 4) / 3 = 0.13 > 0.1$$

であり、十分な整合性がない。固有値の比と一対比較行列の値とを比較することにより、ソフト2/ソフト4の値とのズレ (2.19倍) が一番大きく、次にソフト1/ソフト4の値とのズレ (1.83倍) が大きい。

そこでこれらについて見直した結果は図3-4に示す一対比較行列になる。この行列の固有ベクトルは、

$(1.000 \ 0.816 \ 0.242 \ 0.419)^t$  で、固有値は4.03である。したがって、固有値よりこの一対比較行列の整合度 (CI) は、

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (4.03 - 4) / 3 = 0.01 < 0.1$$

であり、十分な整合性がある。固有ベクトルより各パッケージソフトの評価値は表3-4のビジネスチャンスの拡大・顧客確保の列に示す通りである。

以上により、相対比較の相互矛盾なども整合度 (CI) として数値的に評価できるので、関係者自身が気づきにくい判断の矛盾を発見でき適切に修正できることを確認した。また、シナリオの発生確率の場合と同様に、主観的で定量化しにくい効果の評価を、図3-2で示すような言葉による一対比較に基づき、数値として定量化できることが確認できた。

標準シナリオにおいて、他の個別効果についても、表3-4に示すように一対比較法により効果の評価が得られる。他の2つのシナリオにおいても、標準シナリオと同様に個別の個別効果について一対比較法により効果の評価が得られる。

	ソフト1	ソフト2	ソフト3	ソフト4
ソフト1	1	3/2	4	4
ソフト2	2/3	1	4	1/2
ソフト3	1/4	1/4	1	2/3
ソフト4	1/4	2	3/2	1

図3-3 矛盾のある一対比較行列の例

表3-4 標準シナリオにおける各個別効果における評価値

	経費の削減	ビジネスチャンスの拡大・顧客確保	社会的評価の向上
ソフト1	1.000	1.000	1.000
ソフト2	0.935	0.816	0.704
ソフト3	0.525	0.242	0.103
ソフト4	0.688	0.419	0.207

### 3.6.3 個別効果の重要度評価

3.6.2節において、各シナリオ別に各個別効果における各パッケージソフトの効果評価を求めた。3.4節で述べたように個別の個別効果を総合して評価には、個別効果間の重要度を求める必要がある。以下に、個別効果の重要度を一対比較により評価する例を示す。

図3-5に、各個別効果間の重要度に対する一対比較を行なった結果得られた一対比較行列の例を示す。この行列の固有ベクトルは、

$(0.070, 0.707, 0.223)^t$  で、固有値は3.054である。この固有ベクトルの値より、各個別効果の重要度は、 $I_1=0.070$ ,  $I_2=0.707$ ,  $I_3=0.223$  となる。固有値よりこの一対比較行列の整合度 (CI) は、

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (3.054 - 3) / 2 = 0.027 < 0.1$$

であり、十分な整合性がある。

### 3.6.4 シナリオ間における効果尺度の調整

3.6.4節において、各シナリオ別に各個別効果における各パッケージソフトの効果評価を求めた。3.5節で述べたようにシナリオを総合して評価する際には、各評価項目間、各シナリオ間の効果値について尺度を調整する



	ソフト1	ソフト2	ソフト3	ソフト4
ソフト1	1	3/2	4	2
ソフト2	2/3	1	4	2
ソフト3	1/4	1/4	1	2/3
ソフト4	1/2	1/2	3/2	1

図3-4 矛盾を解消した一対比較行列の例

	経費の削減	ビジネスチャンスの拡大・顧客確保	社会的評価の向上
経費の削減	1	1/8	1/4
ビジネスチャンスの拡大・顧客確保	8	1	4
社会的評価の向上	4	1/4	1

図3-5 個別効果の重要度の一対比較行列

	標準シナリオ	微増シナリオ	激増シナリオ
標準シナリオ	1	6	1/3
微増シナリオ	1/6	1	1/8
激増シナリオ	3	8	1

図3-6 効果尺度調整における一対比較行列の例

必要がある。以下に、ビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果について、シナリオ間の効果尺度調整係数を一対比較により評価する例を示す。

図3-6に、ビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果についてシナリオ1～3のシナリオに対する尺度調整に関しての一対比較により得られた一対比較行列を示す。この行列の固有ベクトルは、

$(1, 0.218, 2.29)^t$ で、固有値は3.074である。この固有ベクトルの値より、効果尺度調整係数は、 $r_{21}=1$ ,  $r_{22}=0.218$ ,  $r_{23}=2.29$ となる。固有値よりこの一対比較行列の整合度(CI)は、

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (3.074 - 3) / 2 = 0.037 < 0.1$$

であり、十分な整合性がある。

他の2つの個別効果についても、ビジネスチャンスの拡大・顧客確保の効果と同様の一対比較法によりシナリオ間の効果尺度調整係数が得られる。

3.6.2節で求めた各個別効果における各パッケージソフトの効果値  $U_{sea}$ 、3.6.4節で求めた効果尺度調整係数  $r_{es}$  を用いて3.1節の効果評価手順(6)により個別効果の絶対評価値  $V_{sea}$  が求められる。

#### 4. 費用対効果分析

3節において、各パッケージソフトの効果を定量的に評価する方法を述べた。これに、4.1節で説明するライフ

サイクル費用の見積もりとあわせ、4.2節で説明する費用対効果分析を行う。費用対効果分析では、各シナリオにおけるパッケージソフトの費用対効果、および、シナリオの発生確率を考慮した総合的費用対効果としてまとめ、その結果をもとに導入するパッケージソフトを選択する。

##### 4.1 ライフサイクル費用の見積もり

パッケージソフトは導入時に費用がかかるだけでなく、そのソフトウェアの利用期間に亘り、運用・保守に係わる費用が生じる。

JIS X0160 (ISO/IEC 12207) [5]によると、ソフトウェアのライフプロセスは主プロセスとして、

- 取得プロセス、
- 供給プロセス、
- 開発プロセス
- 運用プロセス
- 保守プロセス

が記載されている。これらのうち、供給プロセスはソフトウェア開発する側のプロセスであり、開発プロセスは主にカスタムソフトウェアに関するプロセスなので、ここでは、取得プロセス、運用プロセス、保守プロセスと大きく分けて考える。

それぞれのプロセスにおいて、必要な費用をリストにまとめたものが、表4-1である。

外注以外の人件費については、各項目において要員数に1人あたりの(総係費も含めた)人件費を掛けることで費用とすることができる。

取得費については、想定される利用期間により年経費とする。運用費や保守費については、その費用の生じる間隔(頻度)を考慮して年経費とする。

での年経費を求め、それに発生確率を用いることにより各パッケージソフトの費用を求める。

##### 4.2 費用対効果分析による選択

3.6.2節で求めた個別効果の絶対評価値  $V_{sea}$ 、3.6.3節で求めた個別効果の重要度  $I_e$  と3.1節の効果評価手順(7)によりシナリオsでの各パッケージソフトの総合効果  $V_{sa}$  が求まる。

この  $V_{sea}$ 、 $V_{sa}$  と費用  $C_a$  をまとめると、表4-2に示すシナリオ別費用対効果表が作成できる。シナリオ別費用対効果表と2節で評価したシナリオの発生確率より表4-3に示す総合的費用対効果表が作成できる。

表4-2、表4-3において費用は、最高額で割って指数化してある。

費用対効果  $V_a/C_a$  の最も高いパッケージソフトウェアを選択し導入する場合は、全シナリオを考慮すれば、ソフト1を導入することになる。標準シナリオのみで評価した場合はソフト2を導入することになる。

激増シナリオの可能性が微増シナリオよりも高いことにより、サポートの充実による運用の確実性が考慮さ

表 4-1 費用項目リスト

大項目	小 項 目
取得費用	ソフトウェア購入費
	関連ソフトウェア購入費
	関連ソフトウェア開発費
	ハードウェア費（計算機費通信設備費）
	取得・導入作業の人的費
	取得に伴う教育訓練費
運用費用	導入テスト費用
	ライセンス費用
	運用要員の人的費
	利用職員の人的費
保守費用	教育訓練費
	ソフトウェア保守費
	追加関連ソフトウェア購入費
	追加関連ソフトウェア開発費
	ハードウェア保守費
	ハードウェア増強費
	保守作業人的費
	変更テスト費用

れ、コストは少し高くなるがよりベンダーのサポートが充実したパッケージソフトが選択される。

以上より、各シナリオにおけるパッケージソフトの費用対効果分析、および、シナリオの発生確率を考慮した総合的費用対効果分析が行えることが確認できた。

## 5. おわりに

提案手法の特徴は以下の通り。

- (1) 費用や効果を評価する際に、もれなく適切な評価が行えるように、
  - 費用項目リスト
  - 価値評価項目リスト
  - 効果評価項目リスト
 を、提示した。これらリストにより作成した評価記述と、シナリオを参照し、一対比較評価を行うことにより、精度の高い評価が可能となる。
- (2) 各パッケージソフトの効果評価、各シナリオの発生確率などの定量化しにくい主観的項目（シナリオの発生確率など）を、項目間の一対比較に基づき、数値と

表 4-2 シナリオ別費用対効果

シナリオ別費用対効果〈標準シナリオ〉					
	個 別 効 果			総合効果	費用
	経費の削減	ビジネスチャンス の拡大・顧客確保	社会的評価 の向上		
ソフト 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
ソフト 2	0.935	0.816	0.704	0.799	0.75
ソフト 3	0.525	0.242	0.103	0.231	0.52
ソフト 4	0.688	0.419	0.207	0.391	0.66

表 4-3 総合的費用対効果

総合的費用対効果					
	個 別 効 果			総合効果	費用
	経費の削減	ビジネスチャンス の拡大・顧客確保	社会的評価 の向上		
ソフト 1	1.068	1.209	1.411	1.24	1.00
ソフト 2	0.961	0.883	0.916	0.90	0.75
ソフト 3	0.524	0.230	0.140	0.23	0.52
ソフト 4	0.676	0.426	0.256	0.41	0.66

して定量化できる。また一対比較の相互矛盾なども整合度（CI）として数値的に評価できる。このため、関係者自身が気づきにくい判断の矛盾や、グループ内の他のメンバーの判断基準が把握しやすくなり、コンセンサスが得やすくなる。

- (3) 将来のシステム利用状況など不確実な要因について複数のシナリオを列挙し、各シナリオにおけるパッケージソフトの費用対効果分析、および、シナリオの発生確率を考慮した総合的費用対効果分析により、導入するパッケージソフトの頑健な選択ができる。

## 参 考 文 献

- [1] 嶋田丈裕：「Web サービスの適用可能性—柔軟な情報システムの実現に向けて—」，電力中央研究所調査報告，R01019 (2002)
- [2] 木下栄蔵：「成功と失敗の科学 ゲーム理論から AHP へ」，徳間書店 (2003)
- [3] 高橋光裕：「情報システム開発プロジェクトの定量的評価手法の開発」，電力中央研究所研究報告，R01016 (2002)
- [4] ISO/IEC: International Standard: Information Technology—Software Product Evaluation—Quality Characteristics and Guidelines for Their Use, ISO/IEC, IS 9126 (1988)
- [5] JIS : 「ソフトウェアライフサイクルプロセス」，財団法人日本規格協会，JIS X0160 (ISO/IEC 12207) (1996)